

Introduction générale

1. Historique

En 1885, les premières recherches sur les effets thermiques commencèrent, mais ce n'est qu'à partir de 1916, que le chauffage par induction voit réellement le jour avec les premières réalisations pratiques concernant la fusion réalisée avec les fours à creuset. A partir de 1925, l'effet de peau dû à une concentration périphérique des courants de Foucault dans les masses métalliques élargit considérablement les applications du chauffage par induction. L'avènement de la deuxième guerre mondiale impulsa fortement le chauffage par induction qui fut mis à forte contribution dans l'élaboration et la fabrication du matériel de guerre. La fin de la deuxième guerre mondiale, l'épuisement des ressources d'énergie, en particulier le combustible et l'apparition de l'électronique de puissance impliqua un essor remarquable au chauffage par induction qui se confirmera de plus en plus avec le développement permanent et considérable de l'électronique de puissance, notamment avec l'apparition d'une nouvelle génération de semi-conducteurs plus rapides, plus puissants et plus faciles à mettre en œuvre dans le cadre de la commande avec de nouveaux mécanismes de commutation impliquant une nouvelle conception des convertisseurs statiques.

Le chauffage par induction occupe aujourd'hui une place importante dans les applications électrothermiques industrielles. Cette technique se développe aussi dans les applications domestiques, par exemple, de nos jours et dans certains pays, les cuisinières sont plutôt équipées d'un dispositif de plaque de cuisson à induction au lieu d'un traditionnel brûleur à gaz naturel ou d'une résistance électrique.

2. Aperçu technologique

Les secteurs consommateurs d'énergie sont aujourd'hui confrontés à des données économiques différentes de celles du passé. En effet, les choix et la politique de redéploiement énergétique, fondés sur les économies d'énergie et sur la diversification des sources primaires impliquent pour les utilisateurs un effort pour :

- Apprendre à mieux utiliser l'électricité,
- Substituer, pour un nombre d'usages croissants, l'électricité aux combustibles fossiles avec toujours à l'esprit la contrainte « économie d'énergie ».

On trouve de nos jours de plus en plus souvent des plaques de cuisson à induction, qui remplacent les brûleurs à gaz, et qui économisent beaucoup d'énergie.

Ces plaques ont une vitesse de réaction très élevée à l'échauffement, les risques de brûlures sont (presque) nuls, la main ne peut pas être le siège de courant induit, la seule restriction, hormis le prix d'achat, est que l'on ne peut utiliser que des récipients conducteurs de l'électricité ou bien magnétiques (acier, fer ou fonte ...etc.), le verre, la porcelaine sont totalement inutile.

La difficulté de conception de ce type de produit provient essentiellement du fait que le récipient n'est pas connu à priori. Selon sa matière, ses dimensions, sa position sur la plaque de cuisson.

Ces plaques sont construites de trois sous ensembles principaux :

Le convertisseur de puissance, crée un champ magnétique à haute fréquence dans l'inducteur, induisant des courants dans le récipient ferromagnétique, qui va se chauffer et transmettre son énergie calorifique aux aliments.

Car tout conducteur massif soumis à un champ magnétique variable est le siège des courants induits. Ce phénomène d'induction a été découvert par Faraday, et Foucault s'est particulièrement intéressé aux pertes associées à la circulation de ces courants induits. En électrotechnique, les courants de Foucault engendrent des pertes indésirables ; mais, en électrothermie, ces pertes représentent un objectif car, se transformant en chaleur, elles provoquent l'échauffement recherché du produit.

L'apparition et le perfectionnement de nouveaux composants de puissances tels que les IGBT, ont permis la conception de nouveaux convertisseurs fiables, rapides et puissants, qui assurent un bon fonctionnement des systèmes. Le point de fonctionnement du convertisseur de puissance varie dans de telles proportions que seules de très bonnes protections et régulations empêchent sa destruction.

La régulation de la table à induction s'est développée de manière spectaculaire au cours de ces dernières années, grâce, d'une part à l'avènement de convertisseurs statiques performants, d'autre part, à l'utilisation des techniques de commande dites Modulation de Largeur d'Impulsion: M.L.I. Dans la majorité des cas, l'onde idéale est sinusoïdale. La M.L.I permet de se rapprocher du signal désiré. Elle est en mesure de minimiser les effets indésirables dus à la présence des harmoniques.

Un ensemble de nouvelles techniques basées sur l'analogie avec les fonctions biologiques et humaines est apparu ces dernières années : réseaux de neurones, logique floue, algorithmes génétiques...etc. Ces méthodes tolérantes à l'imprécision et à l'incertitude, peuvent prendre en compte des phénomènes non linéaires, utilisant beaucoup plus de place mémoire et de temps de calcul que les méthodes classiques.

Parmi ses techniques nous avons utilisé les réseaux de neurones dans la régulation de notre système vu de ses avantages surtout en identification et approximation des fonctions non linéaires.

3. Induction et santé

Toute installation électrique peut créer dans son voisinage un champ électrique, un champ magnétique ou un champ électromagnétique (combinaison des deux). Ce dernier qui se propage dans l'espace sous forme d'ondes électromagnétiques non ionisantes. Ces champs se caractérisent par leur fréquence (exprimée en hertz) ou leur longueur d'onde (en mètre).

Dans le chauffage thermique par induction, la bande de fréquence utilisée (1kHz à 10MHz) provoque des risques dangereux au plan biologique [38] :

- Le risque le plus patent reste celui de la compatibilité électromagnétique avec les implants actifs essentiellement ; les stimulateurs cardiaques chez les sujets appareillés,
- Des effets supposés sur le développement des cancers (favorisant la multiplication d'une cellule mutée),
- Des effets thermiques dans les tissus provoqués par les hautes fréquences, car l'élévation de la température peut amener les structures membranaires ou les assemblages complexes des protéines à subir diverses transitions de phase modifiant leurs propriétés,
- L'apparition des troubles du système nerveux.

***comment protéger l'homme ? :**

- Appliquer le principe "d'évitement prudent", pour la femme enceinte et les personnes traitées pour un cancer,
- Sensibiliser les gens sur les risques éventuels des champs électromagnétiques "pollution électromagnétique" (en particulier pour les porteurs d'implants),
- Les appareils et équipements générant des ondes électromagnétiques importants devraient être situés à distance afin que les gens ne soient pas exposés de façon chronique à des champs magnétiques soutenus. Ces types d'appareils doivent être équipés d'un blindage afin de minimiser l'effet de rayonnement électromagnétique.

- Garder les appareils énergivores, loin des pièces très utilisées par les occupants, (Les ventilateurs, climatiseurs, fours micro-ondes, plaques à induction, réfrigérateur, congélateurs, et néons ou fluorescents ordinaires génèrent des champs magnétiques importants).

Actuellement, les recherches médicales portent plus particulièrement sur la cancérogenèse (leucémies, tumeurs cérébrales, cancers hormono-dépendants...) et sur certaines maladies psychiatriques (dépression et suicides) et neurologiques (Alzheimer, sclérose latérale amyotrophique). Les premiers résultats indiqueraient un facteur de risque plus important pour les pathologies neurologiques que pour le cancer mais ils demanderaient à être confirmés par des recherches complémentaires plus approfondies.

4. Présentation du mémoire

Le présent mémoire comporte cinq chapitres organisés comme suit :

Dans le premier chapitre, nous avons abordé le principe et les caractéristiques du chauffage par induction.

Au deuxième chapitre, nous avons modélisé la partie inducteur - récipient, et simulé par un logiciel utilisant les éléments finis (FLUX2D) pour déterminer les paramètres de l'ensemble inducteur-récipient.

Le chapitre 3 présente une étude du convertisseur avec l'interrupteur choisi IGBT et sa commande M.L.I. cette étude suivie d'une simulation de la table à induction pour un seul foyer et pour deux foyers.

Le chapitre 4 est consacré à l'étude de la commande classique traitant la régulation en courant.

Le chapitre 5 est composé de deux parties principales ; dans la première partie, nous introduisons les principales notions de base relatives aux réseaux de neurones, telles que le neurone formel, l'architecture des neurones, et leurs apprentissage etc.... La seconde partie consiste à appliquer la technique de réseaux de neurones pour la commande de notre système. A la fin de ce chapitre, nous avons présenté les résultats de simulation par réseaux de neurone et une comparaison entre les résultats de la commande classique et celle de réseaux de neurones, ainsi que le test de robustesse de la loi de commande utilisée.

A la fin, et à la lumière des résultats obtenus, nous présenterons une conclusion générale.